



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenl gungsschrift**
⑩ **DE 199 02 052 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
F 02 B 67/00
F 02 B 21/00
F 02 F 1/24
F 02 D 13/02

⑳ Aktenzeichen: 199 02 052.3
㉒ Anmeldetag: 20. 1. 1999
㉔ Offenlegungstag: 27. 7. 2000

DE 199 02 052 A 1

⑦① Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Fränkle, Gerhard, Dr., 73630 Remshalden, DE

⑤⑤ Entgegenhaltungen:
DE 43 09 860 C1
DE 69 219 86 2T2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Brennkraftmaschine mit einem Verdichter zur Druckluftherzeugung

⑤⑦ Bei einer Brennkraftmaschine mit einem Verdichter zur Druckluftherzeugung mit einem Drosselventil am Ausgang des Verdichters zur Einstellung des aus dem Verdichter abzuführenden Druckluftstroms, einen Druckluftspeicher und einer Druckluftleitung zwischen dem Verdichter und dem Druckluftspeicher, und mit einer Regel- und Steuereinheit zur Erzeugung von Stellsignalen zur Betätigung des Drosselventils, ist zur Verringerung der Ölhaltigkeit der Drucklauf vorgesehen, daß im Strömungsweg zwischen dem Verdichter und dem Druckluftspeicher ein Oxidationskatalysator angeordnet ist, wobei die Stellsignale in der Weise bestimmbar sind, daß das Drosselventil in Öffnungsstellung versetzbar ist, wenn die Temperatur der Druckluft oberhalb der Mindesttemperatur des Katalysators liegt.

DE 199 02 052 A 1

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einem Verdichter zur Drucklufterzeugung nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Aus der DE 43 09 860 C1 ist eine Vorrichtung zur Steuerung von in einem Zylinder einer Brennkraftmaschine durch einen Kolben komprimierter Luft bekannt, die über ein Drosselventil entweder über eine Druckluftleitung einem Druckluftspeicher zugeführt wird oder in die Abgasleitung der Brennkraftmaschine eingeleitet wird. Über Stellsignale eines Steuergeräts wird das Drosselventil während unterschiedlicher Vor-OT-Stellungen in Öffnungs- bzw. Schließstellung versetzt, wobei je nach den Druckverhältnissen im Zylinder und im Druckluftspeicher das Drosselventil mittels der vom Steuergerät erzeugten Stellsignale taktweise geöffnet wird.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, die Ölhaltigkeit der Druckluft zu verringern.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

Verdichter, insbesondere Motorzylinder, die im Schiebbetrieb als Druckluftverdichter eingesetzt werden, können in Unterdruckphasen im Bereich des unteren Totpunkts Motorenschmieröl ansaugen, wodurch die geförderte Druckluft einen hohen Ölanteil enthalten kann. Es besteht das Risiko, daß das Öl in der Druckluft im Druckluftspeicher bzw. den nachgeschalteten Druckluftverbrauchern abgeschieden wird und zu einer Funktionsbeeinträchtigung führt. Darüberhinaus ist aus Umweltschutzgründen eine Reduzierung bzw. Eliminierung des Ölgehalts in der Druckluft erwünscht.

Dies kann erfindungsgemäß dadurch erreicht werden, daß dem Verdichter ein Katalysator nachgeschaltet wird und nur bei hohen Temperaturen Druckluft aus dem Verdichter entnommen wird, wobei die Druckluft-Temperaturen oberhalb der Mindest- oder Anspringtemperatur des nachgeschalteten Katalysators liegen müssen, damit eine katalytische Reinigung möglich ist. Da das Öl im wesentlichen aus Kohlenwasserstoffen besteht, die bei den im Verdichter entstehenden Temperaturen aufgrund des niedrigen Siedepunktes in verdampfter Form vorliegen, können die gasförmigen Kohlenwasserstoffe in herkömmlichen Oxidationskatalysatoren zu Kohlendioxid und Wasser oxidiert werden; die gereinigte Druckluft ist nach der Katalyse praktisch vollständig von Öl befreit.

Als Verdichter können sowohl vom Abgas oder unmittelbar vom Motor betriebene Kompressoren bzw. Luftpresser als auch einzelne Motorzylinder verwendet werden. Im letzteren Fall wird die Verdichtungsarbeit des Kolbens im befeuerten Betrieb von den übrigen Zylindern des Motors aufgebracht bzw. es wird im Schubetrieb die kinetische Energie des Fahrzeugs von der Kurbelwelle auf den als Verdichter arbeitenden Zylinder übertragen. Die Verwendung eines einzelnen oder mehrerer Motorzylinder als Verdichter zur Erzeugung von Druckluft hat außerdem den Vorteil, daß der Platzbedarf im Vergleich zu extern vom Motor ausgebildeten Verdichtern verringert ist, daß die Baukosten der gesamten Brennkraftmaschine reduziert sind und daß die Luftfördermenge erhöht sowie der Wirkungsgrad verbessert werden kann.

Die Steuerung des Drosselventils des Verdichters erfolgt über eine Regel- und Steuereinheit, in der Stellsignale zur Betätigung des Drosselventils erzeugt werden. Die Stellsignale können hierbei sowohl geregelt als auch gesteuert erzeugt werden. Für eine Regelung ist bevorzugt ein Temperatursensor zur Messung der Katalysatortemperatur vorgesehen; falls die Katalysatortemperatur noch unterhalb der Anspringtemperatur des Katalysators liegt, so kann der Öff-

nungszeitpunkt des Drosselventils in Richtung oberer Totpunkt verstellt werden, um einen höheren Druck und infolgedessen eine höhere Temperatur zu erreichen, die zu einer schnelleren Erwärmung und einer rascheren Inbetriebnahme des Katalysators führt.

Für eine einfache durchzuführende Steuerung wird ohne Messung von Betriebs- und Zustandsgrößen das Drosselventil geöffnet und geschlossen.

Gemäß einer zweckmäßigen Weiterbildung ist vorgesehen, daß der Katalysator in den Zylinderkopf des Motors integriert ist. In dieser Ausführung, die sich besonders vorteilhaft für einen als Verdichter verwendeten Motorzylinder eignet, wird kein zusätzlicher Raum für die Unterbringung des Katalysators benötigt, die Vorrichtung baut klein.

Es kann aber auch vorteilhaft sein, den Katalysator außerhalb des Zylinderkopfes in die Druckluftleitung zwischen dem Verdichter und dem Druckluftspeicher zu integrieren, wodurch zusätzliche Gestaltungs- und Konstruktionsmöglichkeiten, insbesondere bei gesondert vom Motor ausgebildeten Verdichtern, gegeben sind.

Der als Verdichter eingesetzte Motorzylinder kann sowohl im Schubetrieb als auch im befeuerten Betrieb als Kompressor eingesetzt werden. In der unbefeuerten Betriebsweise können sich die Motorzylinder im Schlepp- oder Schubetrieb befinden oder aber, sofern Drosselventile am Zylinderausgang vorgesehen sind und diese in Offenstellung stehen, im Motorbremsbetrieb. Wird im Schleppbetrieb das Drosselventil des mit dem Druckluftspeicher verbundenen Zylinders geöffnet, strömt Druckluft aus dem Zylinder in den Speicher.

Es kann darüberhinaus aber auch angezeigt sein, nur den als Verdichter einzusetzenden Motorzylinder unbefeuert mitzuschleppen, die übrigen Motorzylinder dagegen zu befeuern. In diesem Fall wird die Verdichtungsarbeit von den befeuerten Zylindern aufgebracht.

Werden sämtliche Motorzylinder befeuert, so kann dennoch Verdichtungsarbeit von dem als Kompressor eingesetzten Zylinder geleistet werden, indem das Drosselventil lediglich im VerdichtungsHub des Kolbens geöffnet wird.

Weitere Vorteile und zweckmäßige Ausführungsformen sind den weiteren Ansprüchen, der Figurenbeschreibung und den Zeichnungen zu entnehmen. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer aufgeladenen Brennkraftmaschine mit einem als Verdichter zur Drucklufterzeugung verwendeten Motorzylinder,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Motorzylinders mit außerhalb des Zylinderkopfes angeordnetem Katalysator im Strömungsweg der Druckluft,

Fig. 3 ein in den Zylinderkopf integrierter Katalysator,

Fig. 4 einen Schnitt durch einen Zylinderkopf mit einem als Konstantdrossel ausgebildeten Drosselventil und einem im Strömungsweg der Druckluft angeordneten Rückschlagventil,

Fig. 5 eine Fig. 4 entsprechende Darstellung, jedoch mit einem an den Zylinderkopf angeflanschten Rückschlagventil,

Fig. 6 einen Schnitt durch einen Zylinderkopf mit einem druckgesteuerten Hydraulik-Hochdruckventil.

Bei den in den Fig. 1 bis 6 dargestellten Ausführungsbeispielen sind gleiche Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Die in Fig. 1 dargestellte Brennkraftmaschine 1, insbesondere eine Brennkraftmaschine eines Nutzfahrzeugs, umfaßt sechs Motorzylinder 2a bis 2f, die in bekannter Weise jeweils ein Einlaßventil 3, ein Auslaßventil 4 und ein Drosselventil 5 aufweisen, wobei das Drosselventil 5 zur Erzeugung von Bremsleistung im Motorbremsbetrieb geöffnet werden kann. Die Brennkraftmaschine 1 ist mit einem Ab-

gasturbolader 6 versehen, der aus einer Abgasturbine 7 im Abgasstrang 11, einer Welle 8 und einem Verdichter 9 im Ansaugtrakt 10 der Brennkraftmaschine besteht. Die von den Abgasen des Motors angetriebene Abgasturbine 7 treibt über die Welle 8 den Verdichter 9 an, welcher angesaugte Umgebungsluft auf einen erhöhten Ladedruck verdichtet. Stromab des Verdichters 9 wird die komprimierte Ladeluft vor dem Eintritt in die Einlaßkanäle der Zylinder 2a bis 2f in einem Ladeluftkühler 12 gekühlt.

In der befeuerten Antriebsbetriebsweise sind üblicherweise die Drosselventile der Zylinder geschlossen. Im Motorbremsbetrieb können die Drosselventile dagegen zumindest phasenweise geöffnet werden; die in den Zylindern verdichtete Luft wird über die geöffneten Drosselventile unter Erzeugung von Bremsleistung in den Abgasstrang abgeblasen.

Um Druckluft-Aggregate des Fahrzeugs mit der benötigten Druckluft zu versorgen, ist ein Verdichter zur Drucklufterzeugung vorgesehen. Im gezeigten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei diesem Verdichter um den Motorzylinder 2f, dessen Drosselausgang im Gegensatz zu den Drosselausgängen der übrigen Zylinder 2a bis 2e in eine Druckluftleitung 13 mündet, über die im Motorzylinder 2f erzeugte Druckluft einem Druckluftspeicher 14 und/oder nicht dargestellten Druckluftverbrauchern zugeführt wird. Stromab des Drosselausgangs des Drosselventils 5 des Zylinders 2f sind in der Druckluftleitung 13 zwischen dem Drosselausgang des als Verdichter eingesetzten Zylinders 2f und dem Druckluftspeicher 14 ein Oxidationskatalysator 15, ein Rückschlagventil 16, ein Druckluftkühler 17 und ein Ölabscheider 18 angeordnet. Der Oxidationskatalysator hat dabei die Aufgabe, Kohlenwasserstoffe im Luftstrom, die insbesondere durch Schmieröl im Zylinder in die Luft aufgenommen werden, in die Bestandteile Kohlendioxid und Wasser umzuwandeln.

Das Drosselventil 5 des Zylinders 2f kann in bestimmten, nachfolgend beschriebenen Betriebssituationen zur Erzeugung von Druckluft in Öffnungsstellung versetzt werden. Die Steuerung des Drosselventils 5 erfolgt über eine Regel- und Steuereinheit 19, in der Stellsignale S_{St} erzeugt werden, die über eine Signalleitung 20 dem Drosselventil 5 bzw. dem Stellorgan des Drosselventils 5 zugeführt werden. Die Stellsignale S_{St} werden in Abhängigkeit des Luftdrucks p_L im Druckluftspeicher 14 und der Katalysatortemperatur T_{Kat} des Katalysators 15 ermittelt; über Signalleitungen 21, 22 werden der Regel- und Steuereinheit 19 der Luftdruck p_L aus dem Druckluftspeicher 14 und die über einen Temperatursensor 23 im Katalysator 15 gemessene Katalysatortemperatur T_{Kat} als Eingangssignale zugeführt.

Zunächst wird in der Regel- und Steuereinheit 19 überprüft, ob der Druck p_L im Druckluftspeicher 14 einen Schwellwert unterschreitet. Nur wenn dies der Fall ist, reicht der im Zylinder 2f erzeugte Überdruck aus, um eine definierte Druckluftströmung vom Zylinder 2f zum Druckluftspeicher 14 zu erzeugen. Typischerweise erfolgt im Zylinder 2f eine Verdichtung der enthaltenen Luft auf einen Druck von etwa 12 bar; hierbei wird eine Temperatur von etwa 300°C erreicht.

Weiterhin wird zweckmäßig auch die Katalysatortemperatur T_{Kat} bei der Generierung der Stellsignale S_{St} berücksichtigt. Liegt die Katalysatortemperatur T_{Kat} unterhalb der Anspringtemperatur des Katalysators 15, so kann der Öffnungszeitpunkt des Drosselventils 5 des Zylinders 2f in Richtung oberer Totpunkt verstellt werden, so daß im Zylinder 2f ein höherer Druck und folglich auch eine höhere Temperatur erzeugt wird. Die warme Druckluft strömt aus dem Zylinder 2f in den Katalysator 15 und bewirkt eine schnellere Aufheizung des Katalysators. Nachdem der Katalysator

15 seine Betriebstemperatur oberhalb der Anspringtemperatur erreicht hat, kann der Öffnungszeitpunkt des Drosselventils 5 wieder in Richtung unterer Totpunkt zurückgestellt werden.

5 Zusätzlich oder anstelle der Messung der Katalysatortemperatur kann auch unmittelbar die Temperatur der Druckluft im Zylinder 2f bestimmt werden. Das Drosselventil 5 wird hierbei nur für den Fall geöffnet, daß die Drucklufttemperatur die Anspringtemperatur des Katalysators überschreitet.

10 Darüberhinaus können weitere Parameter, Betriebs- und Zustandsgrößen der Brennkraftmaschine in die Ermittlung der das Drosselventil 5 steuernden Stellsignale S_{St} einfließen.

Der Zylinder 2f kann gezielt in verschiedenen Motor-Betriebszuständen zur Drucklufterzeugung herangezogen werden, wobei in diesen Fällen das Einlaßventil 3 und das Auslaßventil 4 dieses Zylinders geschlossen sind. Die Drucklufterzeugung über den Zylinder 2f kann sowohl im Schleppbetrieb des Motors als auch im befeuerten Betrieb 15 erfolgen. Im befeuerten Betrieb wird das Drosselventil 5 des Zylinders 2f bevorzugt getaktet angesteuert; indem während des Verdichtungshubes des Kolbens das Drosselventil geöffnet wird. Darüberhinaus ist es auch möglich, lediglich die nicht zur Drucklufterzeugung verwendbaren Zylinder zu befeuern und den Zylinder 2f unbefeuert mitzuschleppen und zur Drucklufterzeugung heranzuziehen.

Der Motorzylinder 2f kann aber auch in gleicher Weise wie die übrigen Zylinder befeuert werden, um Antriebsleistung zu erzeugen.

20 In Fig. 2 ist schematisch der als Verdichter einsetzbare Zylinder 2f mit einem Kolben 24 dargestellt, der in bekannter Weise über ein Pleuel mit der Kurbelwelle verbunden ist. Das Drosselventil 5 versperrt in Schließstellung einen Drosselausgang 26, der im Zylinderkopf 25 ausgebildet ist und durch den bei geöffnetem Drosselventil 5 die erzeugte Druckluft in Pfeilrichtung 27 zum Druckluftspeicher abgeführt wird. Der Katalysator 15 im Strömungsweg der Druckluft ist außerhalb des Zylinderkopfs 25 angeordnet, der Katalysator schließt sich in der gezeigten Ausführung zweckmäßig unmittelbar an den Zylinderkopf an.

40 Gemäß Fig. 3 ist der Katalysator 15 vollständig in den Zylinderkopf 25 des Zylinders 2f integriert. Der Katalysator 15 ist in den horizontalen Abschnitt des Drosselausgangs 26 eingebettet und erstreckt sich bis zur äußeren Wandseite des Zylinderkopfs.

45 Der Darstellung nach Fig. 4 ist zu entnehmen, daß der durch den Zylinderkopf 25 geführte Drosselausgang 26 über einen Flansch 28 mit der Drosselleitung 13 verbunden ist, in der ein entgegen der Strömungsrichtung 27 sperrendes Rückschlagventil 16 angeordnet ist. Das Drosselventil 5 ist als Konstantdrosselventil ausgebildet, das getaktet angesteuert werden kann.

Die Darstellung nach Fig. 5 entspricht im wesentlichen dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4, jedoch mit einem an den Zylinderkopf angrenzenden Rückschlagventil 16. Das Rückschlagventil 16 weist ein federbelastetes, in Richtung des Drosselausgangs 26 schließendes Ventiltglied 29 auf; außerdem beinhaltet das Rückschlagventil eine Wasserkühlung zur Temperaturabsenkung der Druckluft, wobei 55 Kühlwasser in Strömungsrichtung 31 durch Kühldurchgänge 30 im Gehäuse des Rückschlagventils 16 geleitet wird.

In dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 ist das Drosselventil 5 des als Verdichter betriebenen Zylinders 2f als druckgesteuertes Hydraulik-Hochdruckventil ausgebildet, das über ein Zusatzventil 32 mit dem benötigten Hydraulikdruck einer Hydraulikeinrichtung 33 versorgt wird. Das Zusatzventil 32 ist als Magnetventil ausgebildet und wird von

der Regel- und Steuereinheit 19 gesteuert. Die Hydraulikeinrichtung 33 umfaßt eine Hochdruckpumpe 35 zur Förderung von Öl aus einer Ölwanne 34 in eine Öl-Zufuhrleitung 38, einen Druckspeicher 36 sowie ein Druckregelventil 37, welches über die Regel- und Steuereinheit 19 eingestellt wird. Weiterhin ist eine Öl-Rücklaufleitung 39 vorgesehen, über die das dem Zusatzventil 32 und dem Drosselventil 5 zugeführte Öl wieder zurück in die Ölwanne strömt. Wenn das Zusatzventil 32 auf Durchfluß schaltet, strömt das unter Hochdruck stehende Öl in eine Druckkammer 40 im Drosselventil 5 und beaufschlagt das Ventilglied des Drosselventils, das daraufhin in Öffnungsstellung überführt wird. Hierdurch ist eine präzise Steuerung der Druckluftableitung über den Drosselausgang 26 möglich.

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine mit einem Verdichter zur Druckluftherzeugung, insbesondere mit einem als Verdichter einsetzbaren Motorzylinder, mit einem Drosselventil (5) am Ausgang des Verdichters zur Einstellung des aus dem Verdichter abzuführenden Druckluftstromes, einem Druckluftspeicher (14) und einer Druckluftleitung (13) zwischen dem Verdichter und dem Druckluftspeicher (14), und mit einer Regel- und Steuereinheit (19) zur Fitzeugung von Stellsignalen (S_{St}) zur Betätigung des Drosselventils (5), **dadurch gekennzeichnet**, daß im Strömungsweg zwischen dem Verdichter und dem Druckluftspeicher (14) ein Oxidationskatalysator (15) angeordnet ist, wobei die Stellsignale (S_{St}) in der Weise bestimmbar sind, daß das Drosselventil (5) in Öffnungsstellung versetzbar ist, wenn die Temperatur der Druckluft oberhalb der Mindesttemperatur des Katalysators (15) liegt.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Oxidationskatalysator (15) in den Zylinderkopf (25) des Motors integriert ist.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Oxidationskatalysator (15) in die Druckluftleitung (13) integriert ist.
4. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Drosselventil (5) als Konstantdrosselventil ausgebildet ist.
5. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Motorzylinder (2f) des Motors im Schubbetrieb als Verdichter einsetzbar ist.
6. Brennkraftmaschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Motorzylinder (2f) als Verdichter einsetzbar ist, wenn sich sämtliche Motorzylinder im Schubbetrieb befinden.
7. Brennkraftmaschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß nur der als Verdichter eingesetzte Motorzylinder (2f) sich im Schubbetrieb befindet und die übrigen Motorzylinder (2a bis 2e) befeuert werden.
8. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Motorzylinder (2f) des Motors im befeuerten Betrieb als Verdichter einsetzbar ist.
9. Brennkraftmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Drosselventil (5) des als Verdichter eingesetzten Motorzylinders (2f) im befeuerten Betrieb in Öffnungsstellung versetzbar ist.
10. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein Temperatursensor (23) am Oxidationskatalysator (15) vorgesehen ist und die das Drosselventil (5) beaufschlagenden Stellsig-

nale (S_{St}) in Abhängigkeit der gemessenen Temperatur (T_{Kat}) geregelt bestimmbar sind.

11. Brennkraftmaschine nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Stellsignale (S_{St}) in der Weise bestimmbar sind, daß der Katalysator (15) im Betriebsoptimum mit höchstem Wirkungsgrad betrieben wird.

12. Brennkraftmaschine nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß bei niedriger Katalysatortemperatur (T_{Kat}) der Öffnungszeitpunkt im Verdichtungstakt des Drosselventils (5) in Richtung oberer Totpunkt verschiebbar ist.

13. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Drosselventil (5) über die Stellsignale (S_{St}) getaktet in Öffnungsstellung versetzbar ist.

14. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß dem Verdichter ein Rückschlagventil (16) nachgeschaltet ist.

15. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß dem Verdichter ein Druckluftkühler (17) nachgeschaltet ist.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

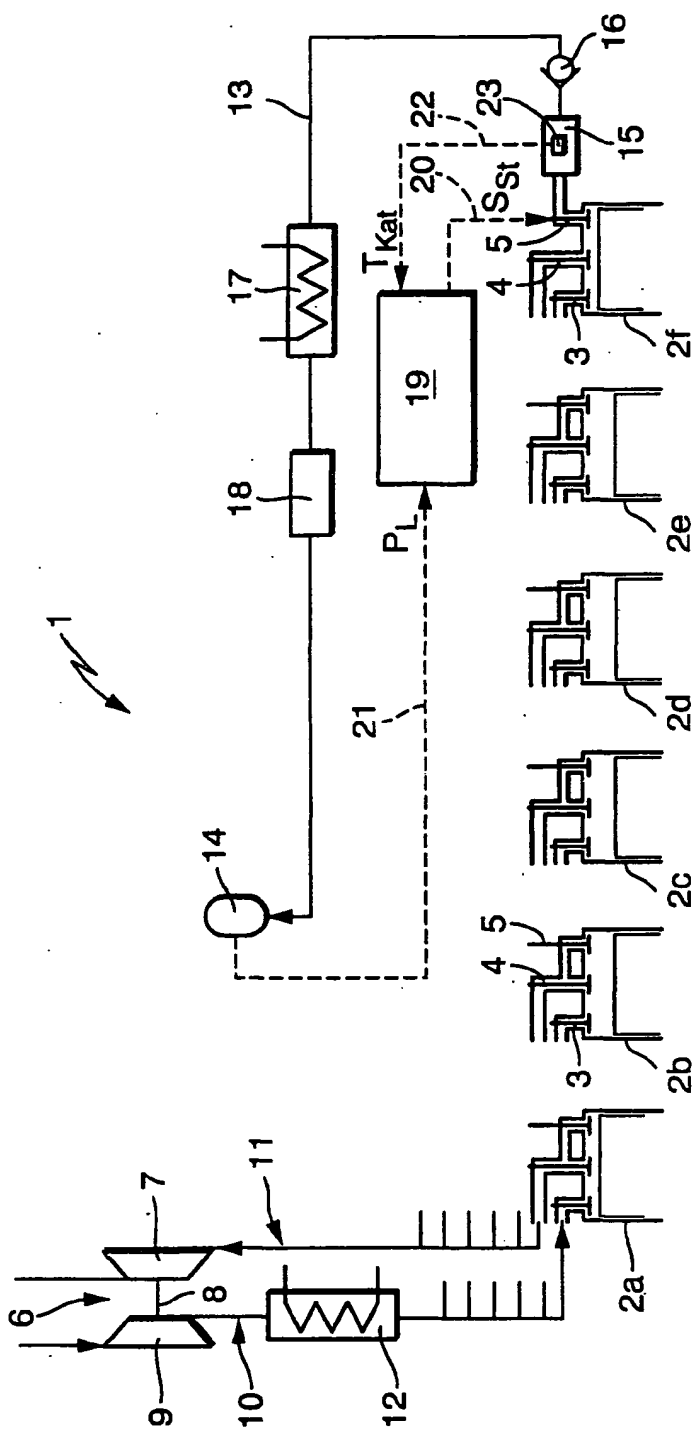
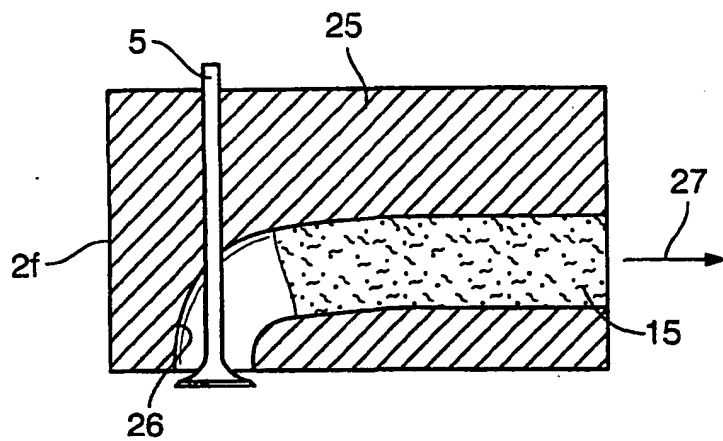
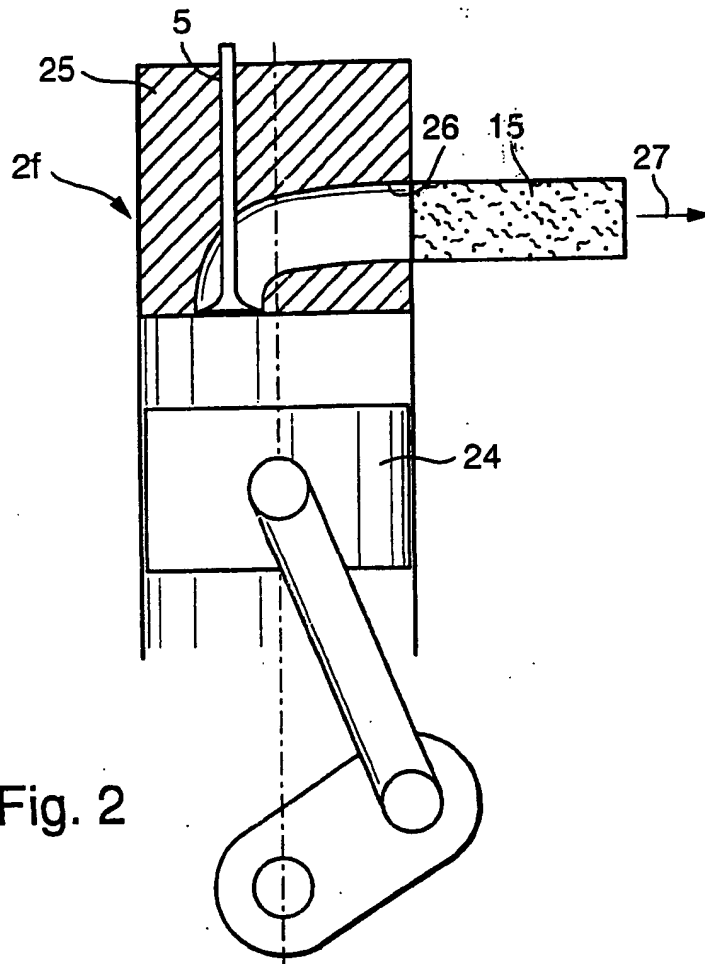
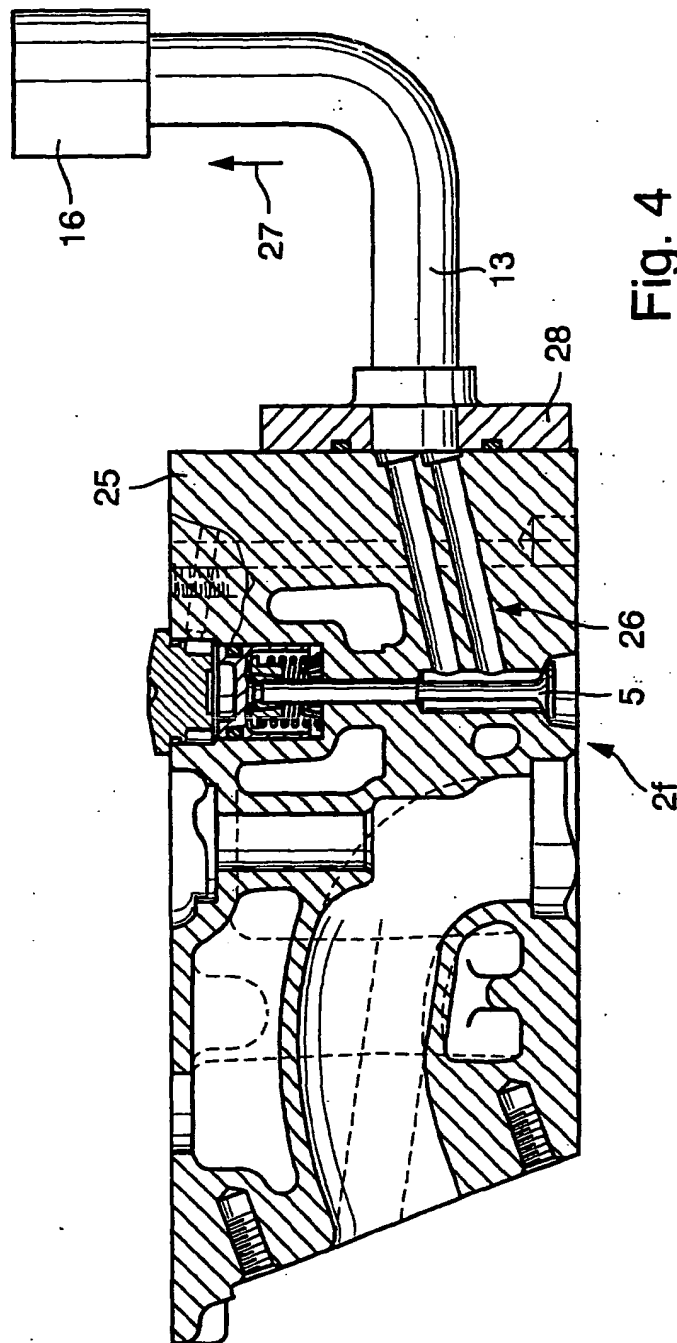


Fig. 1





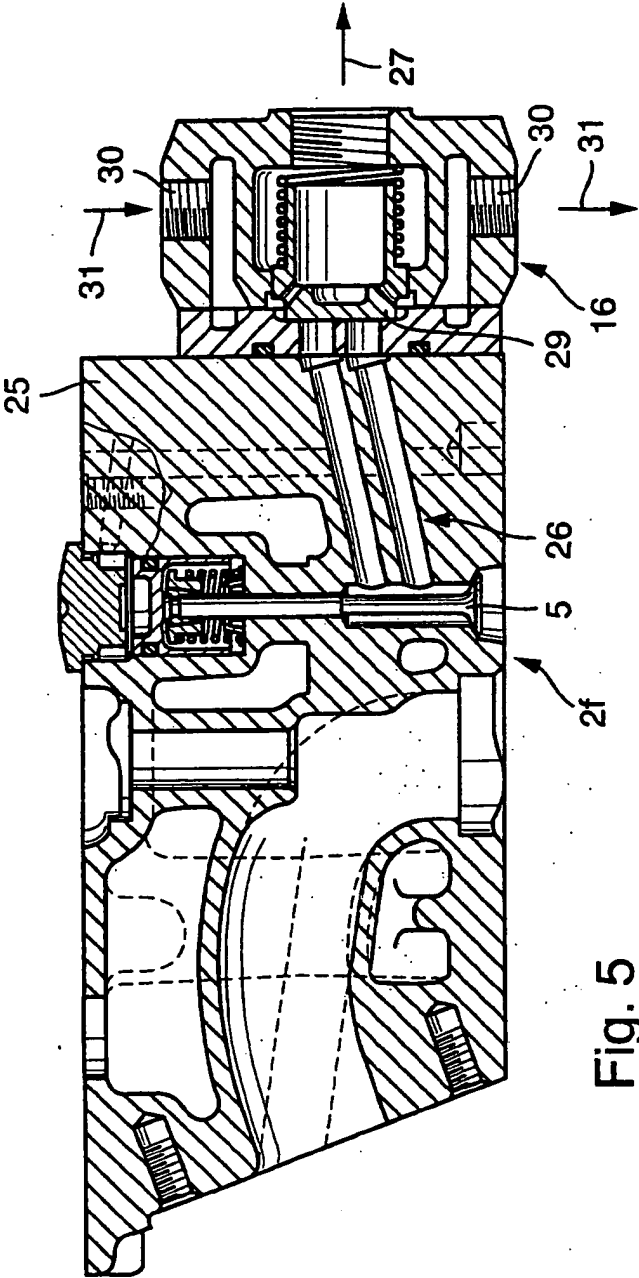


Fig. 5

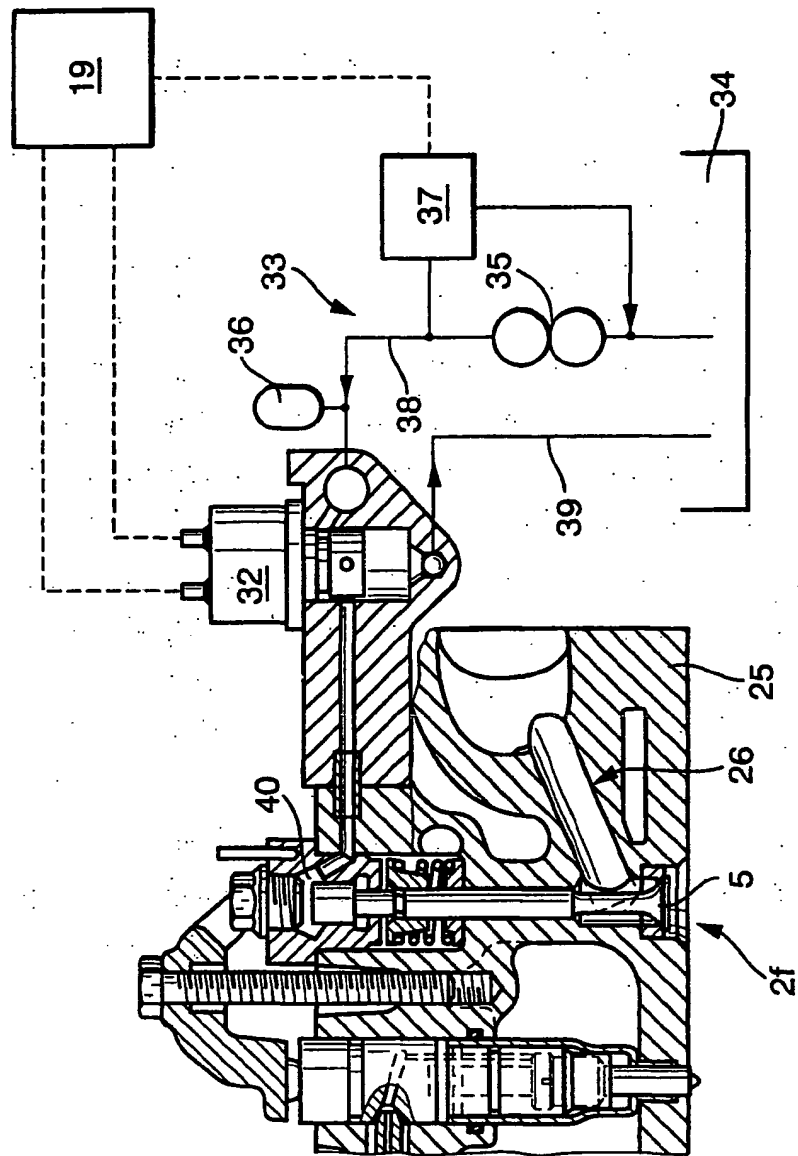


Fig. 6